

PAT-NO: JP02000347002A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000347002 A  
TITLE: ANTIREFLECTION FILM

PUBN-DATE: December 15, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME             | COUNTRY |
|------------------|---------|
| SUZUKI, MASATAKA | N/A     |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME      | COUNTRY |
|-----------|---------|
| CANON INC | N/A     |

APPL-NO: JP11161819  
APPL-DATE: June 9, 1999

INT-CL (IPC): G02B001/11

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form an antireflection film on a substrate having a high refractive index.

SOLUTION: An alternate multilayered film 20 having a six-layer structure is formed on a substrate 10 having, for example, > 2.0 refractive index. The layers are first, third and fifth layers 21, 23, 25 as high refractive index layers having a lower refractive index than that of the substrate, second and fourth layers 22, 24 as medium or low refractive index layers, and sixth layer 26 as a low refractive index layer. The optical film thickness of each layer is optimized. Even when the substrate 10 has a high refractive index, an antireflection film having  $\leq 0.5\%$  reflectance in the whole visible ray region can be obtained.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-347002  
(P2000-347002A)

(43)公開日 平成12年12月15日(2000. 12. 15)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 1/11

識別記号

F I

G 0 2 B 1/10

テームコード\*(参考)

A 2 K 0 0 9

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-161819

(22)出願日 平成11年6月9日(1999. 6. 9)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 鈴木 雅隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74)代理人 100095991

弁理士 阪本 善朗

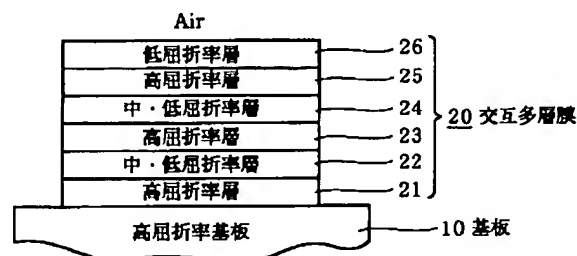
Fターム(参考) 2K009 AA09 CC03 CC06

(54)【発明の名称】 反射防止膜

(57)【要約】

【課題】 高屈折率の基板に反射防止膜を設ける。

【解決手段】 屈折率が例えば2.0を越える基板10上に、基板10より屈折率の低い高屈折率層である第1、第3、第5層21、23、25と、中屈折率層あるいは低屈折率層である第2、第4層22、24と、低屈折率層である第6層26からなる6層構成の交互多層膜20を積層し、各層の光学的膜厚を最適化する。基板10が高屈折率であっても、可視光域全域で反射率0.5%以下の反射防止膜を実現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高屈折率の基板に積層された6層の薄膜からなる交互多層膜を有し、該交互多層膜の前記基板側から第1層と第3層と第5層が前記基板より屈折率の低い高屈折率層であり、第2層および第4層がそれぞれ中屈折率層または低屈折率層であり、第6層が低屈折率層であることを特徴とする反射防止膜。

【請求項2】 第1層と第3層と第5層の高屈折率層の屈折率が1.85以上であり、第2層および第4層の屈折率が1.35～1.89であり、第6層の低屈折率層の屈折率が1.40以下であることを特徴とする請求項1記載の反射防止膜。

【請求項3】 第1ないし第6層のそれぞれの光学的膜厚 $nd_1$ 、 $nd_2$ 、 $nd_3$ 、 $nd_4$ 、 $nd_5$ 、 $nd_6$ が以下の式で表わされる範囲であることを特徴とする請求項2記載の反射防止膜。

$$0.29\lambda_0 \leq nd_1 \leq 0.33\lambda_0$$

$$0.01\lambda_0 \leq nd_2 \leq 0.06\lambda_0$$

$$0.40\lambda_0 \leq nd_3 \leq 0.45\lambda_0$$

$$0.015\lambda_0 \leq nd_4 \leq 0.05\lambda_0$$

$$0.04\lambda_0 \leq nd_5 \leq 0.13\lambda_0$$

$$0.22\lambda_0 \leq nd_6 \leq 0.25\lambda_0$$

ここで、 $\lambda_0 = 550\text{nm}$

【請求項4】 入射角度 $0 \sim 10^\circ$ における分光反射率が、測定波長 $400 \sim 700\text{nm}$ の範囲内において、0.5%以下であることを特徴とする請求項3記載の反射防止膜。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学部品に施される反射防止膜であって、特に、波長 $400 \sim 700\text{nm}$ の可視域用の反射防止膜に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】光学用基板の表面と入射媒質の界面における入射角度が $0 \sim 10^\circ$ の入射光は、例えば、特開平10-20102号公報で提案されているような一般的な光学ガラス基板を用いた反射防止膜の場合は、3～4%程度の反射にとどまるが、基板の屈折率が例えば2.0以上と高くなると、15～20%程度も反射するという現象が生じる。従って、この基板を光が透過すると、表面側と裏面側で30～40%の光量損失となり、しかもその枚数が増加すると、光量損失は相乗的に増加する。

【0003】また、この現象は、光量損失だけでなく、繰り返しの反射によってフレアー、ゴースト、レーザ光の干渉等の原因にもなる。そのため、現在の光学部品のほとんど全てに、基体と屈折率の異なる誘電体等からなる単層、2層、3層等の膜構成で、膜厚は中心波長に対して、 $1/2\lambda$ 、 $1/4\lambda$ で組み合わせた反射防止膜を設けたり、あるいは、光の干渉を利用した反射防止対策等

が施されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光学部品に対する需要の多方面化に伴って基板（基体）の種類も増加し、従来に無かった高屈折率の基板を使わざるをえない場合も発生している。そこで、このような高屈折率の基板に対する広帯域な反射防止膜の開発が要求されている。

【0005】本発明は上記従来の技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであり、高屈折率の基板に対応できる可視域用広帯域の反射防止膜を提供することを目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明の反射防止膜は、高屈折率の基板に積層された6層の薄膜からなる交互多層膜を有し、該交互多層膜の前記基板側から第1層と第3層と第5層が前記基板より屈折率の低い高屈折率層であり、第2層および第4層がそれぞれ中屈折率層または低屈折率層であり、第6層が低屈折率層であることを特徴とする。

【0007】第1層と第3層と第5層の高屈折率層の屈折率が1.85以上であり、第2層および第4層の屈折率が1.35～1.89であり、第6層の低屈折率層の屈折率が1.40以下であるとよい。

【0008】また、第1ないし第6層のそれぞれの光学的膜厚 $nd_1$ 、 $nd_2$ 、 $nd_3$ 、 $nd_4$ 、 $nd_5$ 、 $nd_6$ が以下の式で表わされる範囲であるとよい。

$$0.29\lambda_0 \leq nd_1 \leq 0.33\lambda_0$$

$$0.01\lambda_0 \leq nd_2 \leq 0.06\lambda_0$$

$$0.40\lambda_0 \leq nd_3 \leq 0.45\lambda_0$$

$$0.015\lambda_0 \leq nd_4 \leq 0.05\lambda_0$$

$$0.04\lambda_0 \leq nd_5 \leq 0.13\lambda_0$$

$$0.22\lambda_0 \leq nd_6 \leq 0.25\lambda_0$$

ここで、 $\lambda_0 = 550\text{nm}$

## 【0009】

【作用】高屈折率の基板であっても、該基板より屈折率の低い成膜材料を用いて上記の膜構成にすることにより、可視域全域の波長 $400 \sim 700\text{nm}$ における反射率0.5%以下の反射防止膜を実現できる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0011】図1は、一実施の形態による反射防止膜の膜構成を断面で示す。これは、 $\text{LiNbO}_3$ 等の例えば屈折率1.90以上の高屈折率基板である基板10と、その上に積層された交互多層膜20からなる。該交互多層膜20は基板10の表面に積層された6層の薄膜21～26によって構成され、基板10側から第1層21と第3層23と第5層25が高屈折率の基板10より屈折率の低い高屈折率層で、例えば $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 =$

6:1の混合物膜、第2層22と第4層24がそれぞれ中屈折率層または低屈折率層で、例えば $Al_2O_3$ 膜、第6層26は低屈折率層で、例えば $MgF_2$ 膜である。

【0012】このような膜構成で各層の膜厚を最適化することで、屈折率1.85以上の基板に対して可視光領域において十分な反射防止効果を得ることができる。

【0013】高屈折率層の成膜材料としては、酸化ジルコニウム( $ZrO_2$ )、酸化チタン( $TiO_2$ )、酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )、酸化ニオブ( $Nb_2O_5$ )、酸化ハフニウム( $HfO_2$ )、酸化セリウム( $CeO_2$ )等が挙げられる。

【0014】中屈折率層の成膜材料としては、酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )、酸化ゲルマニウム( $GeO_2$ )、酸化イットリウム( $Y_2O_3$ )等が挙げられる。

【0015】低屈折率層の成膜材料としては、酸化シリコン( $SiO_2$ )、フッ化マグネシウム( $MgF_2$ )、フッ化アルミニウム( $AlF_3$ )等の他、これらの混合物が挙げられる。

【0016】ただし、各層の成膜材料はいずれも、基板の屈折率よりも低い屈折率の材料を選択する必要がある。

\*【0017】このような条件を満たしつつ、第1層21から第6層26のそれぞれの光学的膜厚 $nd_1 \sim nd_6$ について、 $\lambda_0$ を550nmとした場合、 $0.29\lambda_0 \leq nd_1 \leq 0.33\lambda_0$ 、 $0.01\lambda_0 \leq nd_2 \leq 0.06\lambda_0$ 、 $0.40\lambda_0 \leq nd_3 \leq 0.45\lambda_0$ 、 $0.015\lambda_0 \leq nd_4 \leq 0.05\lambda_0$ 、 $0.04\lambda_0 \leq nd_5 \leq 0.13\lambda_0$ 、 $0.22\lambda_0 \leq nd_6 \leq 0.25\lambda_0$ の範囲内で最適化する。

【0018】次に、実施例について説明する。

10 【0019】(実施例1)表1に本実施例の膜構成を示す。この実施例では、基板に屈折率2.3( $\lambda_0=550$ nm)の結晶材料 $LiNbO_3$ 、第1、3、5層の高屈折率材料としては $ZrO_2$ と $TiO_2$ の混合物を、第2、4層の中屈折率材料としては $Al_2O_3$ を、第6層の低屈折率材料としては $MgF_2$ をそれぞれ用いて、光学的膜厚を最適化し、図2に示すように、可視光領域の波長400~700nmにおいて反射率が0.5%以下のすぐれた反射防止特性を有する反射防止膜を得ることができた。

20 【0020】

\* 【表1】

$\lambda_0 = 550nm$

|     | 屈折率  | 光学的膜厚           | 物質(結晶)                     |
|-----|------|-----------------|----------------------------|
| 基板  | 2.3  |                 | $LiNbO_3$                  |
| 第1層 | 2.11 | $0.3\lambda_0$  | $ZrO_2 : TiO_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第2層 | 1.62 | $0.03\lambda_0$ | $Al_2O_3$                  |
| 第3層 | 2.11 | $0.40\lambda_0$ | $ZrO_2 : TiO_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第4層 | 1.62 | $0.04\lambda_0$ | $Al_2O_3$                  |
| 第5層 | 2.11 | $0.10\lambda_0$ | $ZrO_2 : TiO_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第6層 | 1.38 | $0.24\lambda_0$ | $MgF_2$                    |
| Air | 1    |                 |                            |

【0021】(実施例2)表2に本実施例の膜構成を示す。これは、基板に屈折率2.3( $\lambda_0=550$ nm)の結晶材料 $LiNbO_3$ 、第1、3、5層の高屈折率材料としては $ZrO_2$ と $TiO_2$ の混合物を、第2、4、6層は低屈折率材料である $SiO_2$ 、 $MgF_2$ を用いて、合計3種類の成膜材料による高屈折率と低屈折率の※

※交互層を構成して、光学的膜厚を最適化した。得られた40 反射防止膜の反射防止特性は図2に示すグラフと同様であった。

【0022】

【表2】

$\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ 

|     | 屈折率  | 光学的膜厚           | 物質(結晶)                                   |
|-----|------|-----------------|--|
| 基板  | 2.3  |                 | $\text{LiNbO}_3$                         |
| 第1層 | 2.11 | $0.31\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第2層 | 1.45 | $0.02\lambda_0$ | $\text{SiO}_2$                           |
| 第3層 | 2.11 | $0.41\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第4層 | 1.45 | $0.03\lambda_0$ | $\text{SiO}_2$                           |
| 第5層 | 2.11 | $0.10\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第6層 | 1.38 | $0.24\lambda_0$ | $\text{MgF}_2$                           |
| Air | 1    |                 |  |

【0023】(実施例3)表3に本実施例の膜構成を示す。これは、基板に屈折率2.3( $\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ )の結晶材料 $\text{LiNbO}_3$ 、第1、3、5層の高屈折率材料としては $\text{ZrO}_2$ と $\text{TiO}_2$ の混合物を、第2層は中屈折率材料である $\text{Al}_2\text{O}_3$ を、第4層は低屈折率材料である $\text{SiO}_2$ を、第6層は低屈折率材料である $\text{MgF}_2$ を用いて、合計4種類の成膜材料による交互層を構成し、光学的膜厚を最適化した。得られた反射防止膜の反射防止特性は図2のグラフと同様であった。

【0024】  
【表3】

|     | 屈折率  | 光学的膜厚           | 物質(結晶)                                   |
|-----|------|-----------------|--|
| 基板  | 2.3  |                 | $\text{LiNbO}_3$                         |
| 第1層 | 2.11 | $0.30\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第2層 | 1.62 | $0.03\lambda_0$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$                  |
| 第3層 | 2.11 | $0.41\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第4層 | 1.45 | $0.03\lambda_0$ | $\text{SiO}_2$                           |
| 第5層 | 2.11 | $0.10\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第6層 | 1.38 | $0.24\lambda_0$ | $\text{MgF}_2$                           |
| Air | 1    |                 |  |

【0025】(実施例4)表4に本実施例の膜構成を示す。これは、基板に屈折率2.3( $\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ )の結晶材料 $\text{LiNbO}_3$ 、第1、3、5層の高屈折率材料としては $\text{ZrO}_2$ と $\text{TiO}_2$ の混合物を、第2、4、6層は低屈折率材料である $\text{MgF}_2$ を用いて、2種類の※

※成膜材料による交互層を構成し、光学的膜厚を最適化した。得られた反射防止膜の反射防止特性は図2に示すグラフと同様であった。

【0026】  
【表4】

$\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ 

|     | 屈折率  | 光学的膜厚           | 物質(結晶)                                   |
|-----|------|-----------------|--|
| 基板  | 2.3  |                 | $\text{LiNbO}_3$                         |
| 第1層 | 2.11 | $0.31\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第2層 | 1.38 | $0.02\lambda_0$ | $\text{MgF}_2$                           |
| 第3層 | 2.11 | $0.41\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第4層 | 1.38 | $0.02\lambda_0$ | $\text{MgF}_2$                           |
| 第5層 | 2.11 | $0.11\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2 : \text{TiO}_2 = 6:1$ の混合物 |
| 第6層 | 1.38 | $0.24\lambda_0$ | $\text{MgF}_2$                           |
| Air | 1    |                 |  |

【0027】(実施例5)表5に本実施例の膜構成を示す。これは、交互層の第2、4、6層については実施例3と同様に、第2層は中屈折率材料である $\text{Al}_2\text{O}_3$ を、第4層は低屈折率材料である $\text{SiO}_2$ を、そして、第6層は低屈折率材料である $\text{MgF}_2$ を用いているが、基板は屈折率1.98( $\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ )のガラス材料であるFDS10を使用し、第1、3、5層の高屈折率材料としては基板の屈折率よりも低い $\text{ZrO}_2$ を用いており、合計4種類の成膜材料による交互層の光学的膜厚を最適化したものである。得られた反射防止膜の反射防止特性は図2に示すグラフと同様であった。

【0028】

【表5】

 $\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ 

|     | 屈折率  | 光学的膜厚           | 物質(結晶)                  |
|-----|------|-----------------|-------------------------|
| 基板  | 1.98 |                 | FDS10(ガラス)              |
| 第1層 | 1.92 | $0.30\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2$          |
| 第2層 | 1.62 | $0.03\lambda_0$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ |
| 第3層 | 1.92 | $0.37\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2$          |
| 第4層 | 1.45 | $0.02\lambda_0$ | $\text{SiO}_2$          |
| 第5層 | 1.92 | $0.14\lambda_0$ | $\text{ZrO}_2$          |
| 第6層 | 1.38 | $0.24\lambda_0$ | $\text{MgF}_2$          |
| Air | 1    |                 |                         |

\*【0029】

20 【発明の効果】本発明は上述のように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0030】高屈折率の基板上に可視域全域で充分な反射防止効果を有する反射防止膜を形成することができる。特に、屈折率が2.0を超える高屈折率の基板に対して、一般的な成膜材料のみを用いて、可視域全域におよぶ広帯域な波長の光に対応できる反射防止膜を実現できる。

【図面の簡単な説明】

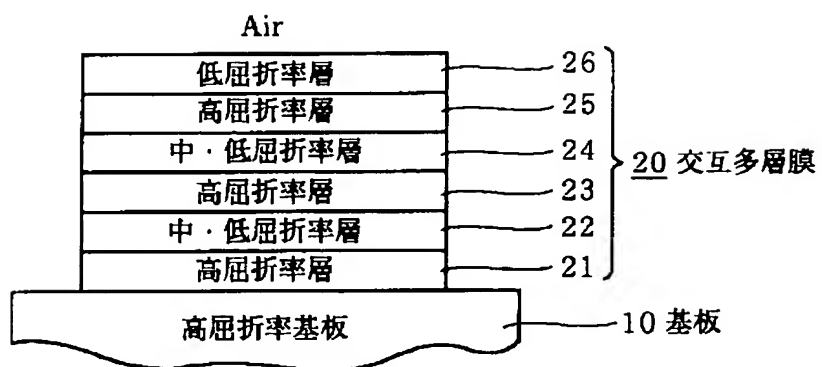
30 【図1】一実施の形態による反射防止膜の膜構成を示す断面図である。

【図2】実施例1による反射防止膜の分光反射率特性を示すグラフである。

【符号の説明】

- 10 基板
- 20 交互多層膜
- 21 第1層
- 22 第2層
- 23 第3層
- 24 第4層
- 40 25 第5層
- 26 第6層

【図1】



【図2】

